

テーマ 「豊かな学びで個を育むための教科指導のあり方」

1. テーマ設定の理由

文部科学省は近年の「理科離れ」を防ぐために、科学的な見方や考え方の育成を目指し、観察・実験、課題学習等を重視して学習指導要領を改訂するとともに、科学技術、理科教育の充実のために、スーパーサイエンススクールや理科大好きスクールの事業を立ち上げ「科学技術・理科大好きプラン」を推進してきた。その取り組みの結果、国際教育到達度評価学会（IEA）の2003年国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）では、「理科が好きである」と思う生徒の割合は、1999年の調査と比べると増加傾向にあることが明らかとなった。しかし、国際的に見ると、まだ最低レベルである。

また、国立教育政策研究所教育課程研究センターは、平成15年度教育課程実施状況調査の結果から「実験に基づき科学的な思考を深めさせる指導の一層の推進」「グラフ指導等、観察、実験の技能の指導の充実」「自然事象への関心を高め、学習内容相互の関連に気付かせ、理解を深めさせる指導の充実」という指導上の改善点を示した。

本校では、平成15年度より『学びを拓く』生徒の育成」という研究主題のもと、理科教育においては以下のように考え、問題解決学習を中心にしながら研究に取り組んできた。

自然の事物・現象に対する関心を高めることができれば、生徒の学習意欲を喚起させ、自らすすんで目的意識をもって主体的に観察や実験などを中心とした学習活動を行うようになるであろう。ひいては、自然の事物・現象に対しての理解が深まり、科学的な見方や考え方が身につくであろう。

その結果、身近な自然事象や生活と関連させて思考できるような教材を用いて、生徒の好奇心を高められれば生徒が学習に意欲を持ち、実験や観察を含めた学習活動に主体的に取り組むようになることが実感できた。

本年度の研究主題は、「豊かな学びで個を育む」である。本校で考える「豊かな学び」とは「個性を拓く学び」「社会につなぐ学び」「世界と結ぶ学び」である。これらの3つの学びで個を育むために、理科としてどうあるべきかを、本校が重視している問題解決学習と関連させながら明らかにしていきたいと考える。

2. 本年度の研究について

〈「個性を拓く学び」に関連して〉

理科でいう「個性を拓く学び」とは、自然事象について理解したことを科学的に捉えて表現し、他者と関わりながら自己の学びをさらに深めていくことであると考え。このことから、問題解決学習は、「個性を拓く学び」そのものではないかと考える。

科学的な問題解決学習の流れと指導時の留意点を以下に示す。

① 問題に気づき、課題を設定する。

身近な自然の中から問題に気づき、その問題を自己の課題として設定できるように配慮する。そのためにも導入時の教師の問いかけや教材を工夫したい。

② 計画をたてる。

仮説や予想を立てさせ発表させるなど、自己への問い直しの場を持てるように工夫する。

③ 観察・実験を行う。

正しく安全に実験器具を操作できるように支援する。同時に操作の技能が高められるような支援も行う。

④ 結果をまとめ考察する。

客観的に見る力を養うためにデータを数値化し、視覚的にわかりやすくなるように表やグラフに表しながらまとめさせる。考察では因果関係や相関など、論理的に表現できる力を育む。

⑤ まとめたものを発信する。

発信したことをみんなで共有し、他者からのアドバイスをもとに、自分の学びをさらに深めさせる。新たな課題に気づき、自ら課題を解決していくような態度を育てる。

生徒は野外観察や自然の事物・現象に直に触れられるような感動・体験型の学習には、嬉々として取り組む。そのために教師は、生徒が問題解決学習をすすめていく中で感動できるような場面を設定したり、教材を用意することも必要である。第15期中央教育審議会第一次答申でも「感動を覚え、疑問を感じ、推論するなどの学習の課程を大切に、生徒が試行錯誤を繰り返し、発見する喜びや創る喜びなどを体験することは、科学的素養の育成に当たって、とりわけ重要なことである。」と述べられており、その重要性が指摘されている。生徒が粘り強く、主体的に学習に取り組めるように、また、自分の力で問題設定や解決ができた達成感が味わえるように指導や助言をしていきたい。

〈「社会につなぐ学び」に関連して〉

理科の学習が「社会につなぐ学び」に直接的に関係するものであるとは考えにくい、以下の点に留意しながら生徒を側面的に支援していきたい。

- ・グループで協調しながら実験や観察を含めた学習をすすめていく。
- ・自然の原理や法則が社会でどのように役立っているかを生徒に意識させる。
- ・博物館や自然保護団体主催の野外観察会に参加するように勧める。

〈「世界と結ぶ学び」に関連して〉

「世界と結ぶ学び」も直接理科の学習に関わるものであると考えにくい、以下の点に留意したい。

- ・地球規模で自然の事物や現象について考えられるように指導方法を工夫する。
- ・環境教育では異文化を理解させながら、人間と自然との関わりを自然のシステムの中で理解させたい。

〈「習得」と「探究」に着目した授業の工夫〉

本校では、基礎的・基本的な知識・技能を確実に定着させる学びを「習得」、知識や技能をもとに、それらを活用して課題を追究し、発信する学びを「探究」と捉えている。

問題解決学習は探究型の学習であると考え。理科では問題解決学習を中心にしながら授業を展開しているため、探究サイクルに重点を置きながら授業を行っているといえよう。しかし、探究サイクルだけでは生徒の力を伸ばしていくことはできない。探究サイクルを中心とした授業の中で、知識や技能をしっかりと定着させる習得型の学びを効果的に組み込みながら授業をすすめていきたい。

3. 成果と課題

本年度は「個性を拓く学び」として捉えている問題解決学習に視点をあてながら教科指導のあり方について研究を進めた結果、ある一定の成果が得られたのではないと思われる。

はじめに、自然事象について興味・関心を生徒に持たせるために、教師は授業の導入を工夫することを心がけた。そのために、まず生徒が「何に対して興味をもっているのか」また「既習の知識はどれだけ定着しているのか」等の事前調査を行った。そして、その生徒の実態に合わせた教材を準備したり、学習の過程を検討したり、また生徒への問いかけを工夫しながら授業をすすめた。2年生の必修理科の単元「天気の変化」の学習では、生徒の天気の学習に対する苦手意識を払拭するために、さらに学ぶ意欲を高めるために、学習の過程を構成し直した。また、問題解決学習に関わる授業では導入で課題を明確にし、グループで話し合いをさせながら課題を解決させ、結果はレポートにまとめ発信させた。2、3年生の選択理科では身近な自然に興味を持たせたいという願いから、生徒の「なぜ？」に答える形の授業を展開した。毎回、生徒が日常生活の中で経験するようなことを授業中に体験させ、その原理を理解させた。また、グループによる実験や観察を積極的に取り入れ、仲間と協力しながら目標を達成させるという喜びを体験させる配慮も行った。

「学習の内容によって、教師が目指すレベルまで生徒の力を伸ばすことができなかった」「授業における習得・探究サイクルの組み方に検討課題が生まれた」また「授業の内容にボリュームがありすぎて計画通りに進まなかった」等の課題は残ったが、どの実践も生徒の反応はよく、ある程度の生徒の成長は見られたと感じている。これらの授業をきっかけにして、今まで以上に普段の生活の中にある自然科学に興味を持ち続けてほしいと願うばかりである。

最後に、今回の実践から教材作りを通して教師にとっても新たな発見があり、授業終了まで生徒と共に楽しみながら成長できたことも大きな成果である。今後もこのスタンスを忘れずに実践を継続していきたい。

実践1 必修教科2年生

① 題材 大気中の水（霧や雲はどのようにしてできるか）

② 題材について

「天気の変化」は私たちの生活に直接結びついている。しかし、生徒の様子を見ていると、部活動の大会の日が近くなると天気予報を見たりしながらクラスメイトと天気の話になるものの、普段は「天気の変化」にあまり興味や関心を示していないように思われる。現在ではテレビの気象情報の時間に、気象予報士が天気図の説明や晴雨寒暖の予報に先立って気象衛星の雲画像を見せ、季節の推移や天気の移り変わりの概況を述べるのはすっかりお馴染みのこととなっているが、果たして生徒はどれだけ天気に関心を持って生活しているのだろうか。

「天気の変化」の学習をはじめの前に生徒の意識調査を行った。その結果「霧や雲のできるしくみ」の学習に関心を持っている生徒が多いということがわかった（資料1）。この分野で生徒にとって比較的理解がしにくく苦手とされている「露点を調べる実験」や「湿度」については、予想通り関心のある生徒の数は少なかった。そこで、生徒が学習意欲を損ねないように、「露点を調べる実験」や「湿度」の学習を単元の後にまわした。また、今年の10月に実施された和歌山県学力診断テストの結果をみると、「天気の変化」の正答率が中学校理科2分野の中で最も低かった。また、昨年度、一昨年度の県学力診断テストでも同じような結果が出た。このことから、「天気の変化」の学習を苦手としている生徒が一般的に多いように思われる。この単元を学習するにあたって、できるだけ生徒が興味をもつような教材を準備したり、生徒の基礎学力が定着するような授業の組み方を考えていきたい。

1時間の授業の中に「個性を拓く学び」につながる問題解決学習の場面はあるが、学習過程の最後にも、十分に時間かけて問題解決学習ができるように3時間の授業を設定した。ひと通り天気に関わる基礎的・基本的な知識や技能を習得させた（習得サイクル）後に、その学習過程で得られた知識や技能をもとに課題を追究し、レポート等で発信させたい（探究サイクル）と考えている。もちろん1時間の授業においても、習得サイクルと探究サイクルを意識した授業を展開していきたい。

本時の「霧や雲はどのようにしてできるか」の単元は、本校の生徒が最も関心を示している分野である。最初の導入で、冬の季節に日本列島付近に見られる筋状の雲ができる理由を、演示実験を通して理解させ、「雲の発生」の学習に興味を持たせたい（習得サイクル）。そして、ペットボトルの弾性を利用して、空気を膨張させたり収縮させて、ボトル内の水蒸気の変化と温度変化を観察させながら雲ができるしくみを、実験を通して理解させたい（探究サイクル）。

③ 学習目標と評価規準

学習の目標 評価規準	身近な気象観測や観察、実験を通して、天気の変化は、太陽熱による水の状態変化や大気の動きによって起こることを考察させ、天気の変化のしくみや規則性を理解させる。
自然事象への 関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> ・霧や霧、雲のでき方に関心をもち、実験に熱心に取り組み、そのでき方を解明することができる。 ・日常生活と関連させて、霧や雲のでき方を考えることができる。 ・自分の意見を積極的に話し、また他の人の意見も関心をもって聞くことができる。
科学的な思考	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、飽和水蒸気量と気温の関係を導くことができる。 ・霧や雲の発生の仕方を飽和水蒸気量の気温による変化や気圧と結びつけて考えることができる。
観察・実験の 技能・表現	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の意味を理解し、的確な実験操作ができる。 ・水蒸気が凝結していく様子を詳細に観察し、記録することができる。
自然事象についての 知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> ・飽和水蒸気量の意味を理解し、霧や雲の発生をその気温による変化と関連させて理解できる。 ・天気の変化は、大気中の水の循環とそれを引き起こす太陽エネルギーに関連していることが理解できる。

④ 学習計画（単元構成表）全17時間（本時 9 / 17）

学習課程及び学習の中心	教師の働きかけと学びのサイクルについて	観 点
気象観測について	最先端の気象観測に興味をもたせる。『探究』	【関】
天気記号	天気記号の描き方や意味を理解して、天気図の特徴を読み取らせる。『習得』	【知】
大気の動き	空気の動き方によって天気が変化することを理解させる。『習得』	【知】
低気圧と高気圧	低気圧と高気圧の違いを理解し、天気の変化への影響を考えさせる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
低気圧と前線	日本付近の低気圧は前線を伴うことを理解させる。『習得』	【知】
温暖前線と寒冷前線	温暖前線や寒冷前線が通過したときの天気の変化を考えさせる。『習得』	【知】【考】
日本の天気	日本の天気の特徴を理解させる。『習得』	【知】
空気中の水蒸気	空気中に水蒸気が存在することを理解させる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
◎雲の発生（本時）	雲が発生するしくみを理解させる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
露点について	水蒸気が水滴に変わるしくみについて理解させる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
飽和水蒸気量と湿度	飽和水蒸気量と湿度の意味を理解し、湿度を計算によってまとめさせる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
気象観測をしよう	気象観測を行い、気象の変化についてまとめさせる。『探究』『習得』	【考】【表】【知】
課題の設定（個人別）	課題を設定させる。『探究』	【関】【表】
課題の追究	実験やインターネットを利用しながら、課題を追究させる。『探究』	【関】【考】【表】
課題の発表	課題を発表させる。『探究』	【関】【表】

⑤ 本時の目標

衛星画像から日本列島をとりまく雲に興味をもつとともに、ペットボトルを使って雲の発生実験を行い、雲ができる理由を実験結果から理解する。

⑥ 本時の展開

学 習 活 動	教 師 の 支 援	備 考
1、本時の学習内容について知る。 2、冬の衛星画像を見て、日本列島付近にできる筋状の雲について考える。 3、演示実験：ドライアイスの湯煙とぬるま湯で筋状の雲ができることを知る。 4、筋状の雲について理解する。 5、雲ができるしくみについて考える。 6、実験：ペットボトルを使っての実験を通して、雲ができることを知る。 7、空気が膨張することを知る。 8、演示実験：空気は膨張すると気温が下がることを確かめる。 9、雲のでき方を整理する。 10、次時の説明をきく。	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容の説明 ・資料の提示 ・実験の説明 ・筋状の雲のでき方の説明 ・発問 ・実験の説明及び机間指導 ・空気の膨張についての説明 ・実験の説明 ・雲のでき方の説明 ・次時の説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・レポート用紙 ・実験器具 ・テレビ ・実物投影機

⑦ 結果と考察

(1) 本時の題材に関して

【冬の季節に見られる筋状の雲の衛星画像と演示実験について】

事前調査より、「雲や霧のできるしくみ」に興味を示す生徒が比較的多かったので、生徒の学習意欲を高められるような筋状の雲をつくる装置を導入に取り入れた（資料2）。ドライアイスの煙を、斜面

をすべらせてぬるま湯の上を通すと筋状になる。これを利用して冬の季節、日本海から日本列島にかけてできる筋状の雲について説明した。ドライアイスの煙は大陸からやってくる冷たい気団、ぬるま湯は日本海に流れ込む対馬暖流を表している。生徒の感想を見ても、また単元の学習終了時の生徒の意識調査から判断しても、生徒の心に非常に印象深く残ったようである。「テレビの天気予報で映し出される衛星画像を見ると実験を思い出す」と、感想を書いている生徒もいた。生徒の興味関心を高める教材としては好評であったのではないかとと思われる。ドライアイスの煙の量やぬるま湯の温度調整が難しいが、うまくいったときは感動する教材であるといえるのではないだろうか。尚、説明に用いた雲の衛星画像は、気象庁のHPに掲載されている画像を利用した。

【ペットボトルと注射器を使った雲をつくる実験について】

生徒実験に用いたペットボトルと注射器の実験装置（資料3）は、和歌山大学教育学部物理教室の宮永研究室から借り受けたものである。実験装置は生徒4人の班に1つずつ配った。まず、少量の水をペットボトルに入れ注射器のピストンを引かせた。10班のうち、うっすらと曇って見えたのは2つの班だけだった。次に、線香の煙をペットボトルの中に入れ核をつくるように指導すると、全ての班でペットボトルの中が曇る様子が確認できた。その後、演示実験において空気が膨張すると温度が下がることを温度計を用いて確認した。生徒は身近なもので雲ができることに大変興味を持つことができたようである。この実験装置は雲ができる仕組みを理解するのに非常に適した教材であるといえよう。約71%の生徒が雲や霧のでき方について理解できたと答えている（資料4）。目の前で曇る様子がはっきりと見えるために、歓声をあげる生徒もいた。

(2) 本年度の研究と関わって

生徒が理解しやすく興味を持って学習に取り組めるように、単元の最初に気象観測や天気記号、天気図の学習を設定し、理解しにくい露点の学習は終盤に移動させた。これに関しては、「露点は最初に理解させておかないと、雲や前線について理解が深まらないのではないか」という意見を頂いた。今回は露点という言葉を使わずに雲や前線の学習を進めたが、授業中は特に問題は感じられなかった。また、本校が使用している啓林館の教科書の流れを変えたことに対する生徒の不満も全く出なかった。露点に関しては和歌山大学の学生にも協力を頂いてPCを使ったりしながら丁寧に教えたが、教師側の思うような結果に至らず、依然苦手意識を持っている生徒が多いように思われる（資料4）。単元の学習を終えて感じたことであるが、教科書通りの学習の流れで露点を理解させる方が、本校が掲げている習得サイクルと探究サイクルに基づいた学習をより効果的に展開できるのではないかとと思われる。つまり、最初は露点の意味が理解しにくくても、学習を進めていく上で露点にフィードバックされ、後になって露点についての理解が深まるということも考えられる。これは今後の検討課題であろう。

単元末の問題解決学習の場面では、雲に対する生徒の関心は高く、23.7%の生徒が雲に関する課題を設定した（資料5）。レポートの内容は充実しており、単元の最後に設定した問題解決学習は、「個を育む」という視点から判断しても非常に有意義であったように思われる。生徒の「もっとより深く追究したい」「興味を持ったので、もう一度勉強したい」という気持ちが強く伝わってくるような学習となった。

【生徒の感想から】

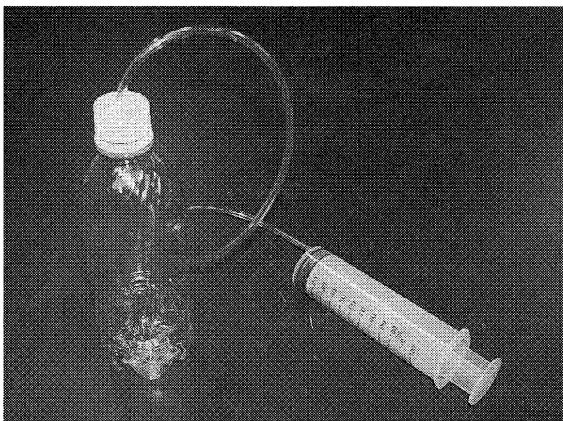
- 雲みたいなものをつくる実験は楽しかったです。あの道具を使ったことで、曇っていく様子が目の前で見るのができたし、でき方についてもよくわかりました。あとドライアイスとお湯で筋状の雲ができて「うわあ〜」と、驚いて興味を持てたし、あとの説明も納得できました。ちょっと苦手だった天気分野が少し好きになれたと思います。
- この単元はあまり好きな方ではなかったけど、雲のつくり方の実験とかは楽しくて、わかりやすかったです。露点は今も少し理解しにくいです。

資料1 学習前の意識調査（生徒148人）

項 目	人数	%
霧や雲のできるしくみ	83	56.1
風のふき方	65	43.9
日本の天気	52	35.1
雨が降るしくみ	51	34.5
気象観測	48	32.4
天気記号	46	31.1
天気図	44	29.7
水滴と水蒸気の状態を調べる実験	43	29.1
地球上の水の循環	40	27.0
気圧（高気圧と低気圧）	33	22.3
前線（温暖前線と寒冷前線）	33	22.3
空気の上昇や下降	29	19.6
露点	28	18.9
日本付近の低気圧と高気圧の動き	28	18.9
気団	27	18.2
空気中の含まれる水蒸気の量	26	17.6
湿度	26	17.6
露点を調べる実験	25	16.9

※生徒の関心度が高いものから並べている。

資料3



資料2



資料4 学習後の意識調査（生徒145人）

項 目	人数	%
天気記号	125	86.2
空気の上昇や下降	125	86.2
気圧（高気圧と低気圧）	112	77.2
霧や雲のできるしくみ	103	71.0
天気図	102	70.3
地球上の水の循環	102	70.3
気団	97	66.9
日本付近の低気圧と高気圧の動き	96	66.2
気象観測	94	64.8
前線（温暖前線と寒冷前線）	94	64.8
雨が降るしくみ	86	59.3
風のふき方	74	51.0
露点を調べる実験	73	50.3
水滴と水蒸気の状態を調べる実験	69	47.6
日本の天気	66	45.5
露点	66	45.5
空気中の含まれる水蒸気の量	48	33.1
湿度	44	30.3

※生徒の理解度が高かったものから並べている。

資料5 単元末の学習時に設定した課題

課 題	%
雲に関するもの（種類やでき方など）	23.7
気圧に関するもの（日本の季節ごとの気圧配置など）	12.3
前線に関するもの（寒冷前線の特徴など）	9.6
大気の動きに関するもの	6.1
気団に関するもの	5.3
水の循環に関するもの	5.3
天気とことわざについて	4.4
天気図に関するもの	4.4
日本の天気	3.5
天気記号	2.6
気象観測	2.6
その他（エルニーニョ・フェーン現象・欧米の天気など）	20.2

実践2 選択教科2・3年生

① 講座名 「なぜ？」から始める自然理解 本時の題材 ～なぜ、船は水に浮くの？～

② 題材（講座）について

普段何気なく生活をしていると、身のまわりにいつもあるはずの自然になかなか目を向ける機会は少ない。いつどんな花が咲いてきれいだとか、どんな鳥がさえずっているか、水辺にはどんな生き物がいるかなど、あまり生徒は気にしない。また、見慣れているはずの現象を説明しようとしてもなかなか難しいことも多い。例えば、虹にはいろいろな色が見えることは知っていても、なぜ、そういう風に見えるのかなど考えようとする生徒も少ない。授業の中で、なぜだろう？不思議だな？と生徒に多く感じさせることによって、自然に興味を持ち、目を向けてほしいと願っている。「なぜ？」に対して追究を繰り返すことで、自然現象に対するするどい感覚を磨き、「個性を拓く」きっかけにさせるという目的でこの選択授業は開かれた。また、授業で得た知識や技能が実際の社会の中でどのように役立ち利用されているのかを理解させたり、グループによる実験により協力しながら1つの目標を達成する喜びを感じて、「社会につなぐ学び」としたい。学習内容としては、現在の学習指導要領では学習をしないような発展的な内容や旧要領から削除、省略または高校へ移行された内容を中心に学習している。

本時は、「なぜ、船は水に浮くの？」という素朴な疑問について考える。その解決の鍵は「浮力」と「密度」である。「浮力」については、第1学年で水圧の単元で浮力が生じる理由を学んでいる。しかし、「浮力の大きさはその物体がおしのけた液体の重さに等しい」というアルキメデスの原理については現在の中学校学習指導要領では扱っていない。今回の内容を考える上で、非常に重要な内容であるため、高校に移行されている内容であるが学習する。「密度」に関連して、簡単な実験を通して、液体の密度が大きくなるほど物体の浮力が大きくなり水に浮くということを視覚的に理解させたい。密度は第1学年で学習するが、定義を学習するだけにとどまり、詳しくは発展として取り扱うことになっている。平成17年度和歌山県学力診断テスト実施報告書では、「密度の意味を理解させるためには、身近な物で密度を実感させるとともに、簡単な計算を扱い質量・体積・密度の関係を把握させることが重要である」としている。そこで、体積が量りやすい液体の密度を測定させることで、密度の概念を十分に理解させたい。

また、本時は生徒に「学ぶ意欲を高める」「知識・技能を定着させる」「問題解決能力を身につける」ことを重点目標として、授業を学びのサイクルの「探究」－「習得」－「探究」を1つの流れとして構成した。まずはじめに探究として既存の知識では説明しがたい課題を与える中で、不思議な現象を体験させ、どうしてそうなるのか？を考えさせる。次に習得としてアルキメデスの原理を学び、一定の知識を理解させた上で、最後にもう一度探究として今回の授業で得た知識を利用して、新しい課題を解決させたい。

③ 学習目標と評価規準

評価規準 \ 学習の目標	<ul style="list-style-type: none"> 科学的に論理立てて考える力を付ける 自然現象に対する正しい理解をするとともに、説明できるようになる 他の生徒とともに、協力して実験をすすめる
自然事象への関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> 自然現象そのものに興味をもち、そうなる理由を考えようとする
科学的な思考	<ul style="list-style-type: none"> なぜに対する自分なりの答えを考えられる
観察・実験	<ul style="list-style-type: none"> 実験道具を工夫して、実験を成功させられる
知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> それぞれの自然現象がなぜ起こるのか説明することができる

④ 学習計画（単元構成表）全9時間（本時 7／9）

	学習過程および学習の中心	教師の働きかけと学びのサイクルについて	観 点
①	なぜ、シャボン玉はあんな形なの？ （表面張力）	立体模型に作られる膜の性質を見せる 大きく割れないシャボン玉を作らせる 『探究』	【関】【考】 【知】【科】
②	なぜ、氷は冷たいの？（物質の状態変化）	液体窒素を用いてマイナスの世界を体験させる 『習得』	【関】【科】 【観】
③	なぜ、花は良いにおいがするの？ （花粉や種子の散布）	いろいろな種子を見せて、模型を作らせる 『探究』	【関】【観】
④	なぜ、虹は七色に見えるの？（光の屈折）	色によって屈折率が違うことを理解させる 『探究』	【関】【科】 【知】
⑤	なぜ、バナナは甘いのか？（酵素の働き）	アミラーゼによってデンプンが糖に変わる様子を観察させる 『習得』	【関】【科】 【観】
⑥	なぜ、ウミホタルは光るの？ （酵素の活性）	ルシフェラーゼによって発光することを体験させる 『探究』	【関】【観】
⑦	なぜ、船は水に浮くのか？（本時） （浮力・密度）	浮沈子や密度の違いを利用した玩具などの製作をさせて、浮力の性質を調べさせる 『探究』『習得』	【関】【科】 【観】【知】
⑧	なぜ、味が変わるのか？（感覚器）	味覚を変化させる食べ物で不思議な体験をさせる 『探究』	【関】【観】
⑨	なぜ、ラジオは聞こえるのか？ （電波の性質）	ゲルマニウムラジオを作らせる 『探究』	【関】【観】 【知】

⑤ 本時の目標

- ・船がなぜ、浮くのか興味をもって調べて、自分なりの考えをまとめられる。
- ・アルキメデスの原理を利用すれば、物体の密度を求めることができることがわかる。

⑥ 本時の展開

学 習 活 動	教 師 の 支 援	準備・資料
船の模型を見る 【生徒実験①】 浮沈子を製作して、なぜ浮き沈みをしたのか考える まとめを書く アニメーションを見る 【演示実験①】 体積の大きい方と小さい方でどちらが浮力が大きいのか考える	<ul style="list-style-type: none"> ・にほん丸の模型を見せる 1/1000 全長 166.6 m 重量 21,903 t ・浮沈子を体験させる ストロー内の空気の様子を観察させる 空気の体積が小さくなると沈む ・浮力と重力の関係をまとめる 沈む 重力＞浮力 浮く 重力＜浮力 浮いている 重力＝浮力 ・どうして船は浮力が大きいのか ①「浮力は水に浸かっている体積によって決まる」 ・シチリア島の地図を見せる ・アルキメデスの原理の話をする にせ王冠は体積が大きい (あふれた水の量でわかった) ・ハンガーにつるしたペットボトルを水につけるとどうなるか、生徒に予想をさせる 	船の模型 ワークシート ペットボトル ストロー リングスリーブ カラーセロハン ホッチキス プロジェクタ パソコン ハンガー ペットボトル ビー玉

学 習 活 動	教 師 の 支 援	準 備 ・ 資 料
<p>まとめを書く</p> <p>【演示実験②】</p> <p>氷を水やエタノールに入れて様子を観察する</p> <p>問いを考える</p> <p>灯油の密度を計算する</p> <p>予想をする</p> <p>【生徒実験②】</p> <p>ボトルウェーブを作る</p> <p>死海では体が浮きやすいことを知る</p> <p>【演示実験③】</p> <p>卵の浮かぶ様子を観察する</p> <p>本日のまとめをする</p> <p>【生徒実験③】</p> <p>どうやって友ヶ島から和歌山城まで船で石を運んできたのか実験で確かめる</p> <p>発表する</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 水に浸かっている体積が大きいほど浮力が大きい 同じ重さの金を天秤にかけて水に沈めるとにせ王冠の方が体積が大きく浮力が大きいので上がる • 完全に浮かんでいる船はない 必ずちょっと沈んでいる 押しのけた水の重さ (g) = 浮力 (g) = 船の重さ (g) • 1 m³の水は 1 t あるので、1 m³水に浸かっているば、1 t 分の浮力が得られる。 <p>②「浮力は周りの液体の密度によっても決まる」</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水に氷を浮かべる • エタノールに氷を沈める (問) 100 g の紙と 20 g の鉄どちらが重い？ • 密度の定義をおさらいする • 密度の計算結果から浮く順番の予想を書かせる • 密度の小さい方が上に来ることを実感させる • 死海の場所を Google Earth で確認させる 死海の密度は 1.2 g/cm³ 塩分濃度 30% 人間の体の密度はおおよそ 0.9～1.0 g/cm³ • 卵の入ったビーカーに塩を入れて浮かべる • まとめ なぜ、船が浮くのか？ ①水に浸かっている体積が大きい ②まわりの液体の密度が大きい 海水の密度は 1.03 g/cm³ 塩分濃度 4～6 % • 和歌山城の石垣の話をする • 材料を配り実験させる • 船の上に石を積んだのではなく、つるして持ってきた理由を考えさせる。 石を水に浸けることで浮力を得て軽くしている • 自分の考えを発表させる 	<p>1 m³の枠</p> <p>氷 エタノール</p> <p>サンプル管 灯油 水 メチレンブルー ビーカー 食塩 卵</p> <p>和歌山城の写真 アルミホイル (5×7cm) ビー玉 タコ糸 ビニルテープ はさみ</p>

⑦ 結果と考察

<本時の授業について>

今回の授業計画の中に「浮力」「密度」という2つの大きなテーマを盛り込んだ。授業内容にボリュームがあったため、生徒が実験をする時間がかかり切迫してしまった。そして、最後の和歌山城の石垣の運ぶ検証実験は次回に持ち越さなければならなくなった。あらかじめ2回に分けた授業計画を立てるべきだったと反省している。



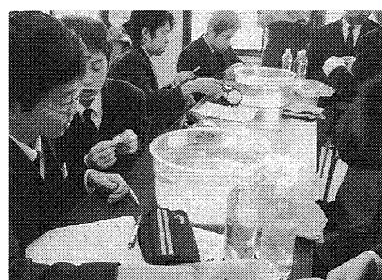
さて、本時の中で行った実験は演示も含めると5種類行った。具体的には、①浮沈子の製作 ②大きさの違うペットボトルで浮力の演示実験 ③水・氷・エタノールを使った演示実験 ④ボトルウェーブの製作 ⑤卵、塩水を使った演示実験 である。①の浮沈子は短時間で生徒に製作させるために、微妙な調節が必要な従来の醤油差しとナットを使ったものではなく、ストローと導線結線用のリングスリーブを用いた方法を考えた。しかし、5分ほどで作れる予定が飾り付けなどとしたため、意外と時間がかかり準備も含めて10分ほど費やしたので、後の時間がかかり切迫した。③の氷の実験は、氷の浮き沈みから判断して、どちらがエタノールかを予想をさせたが、ほとんどが正しく予想できた。⑤の塩水の浮力の実験では、死海を知っていてもいままでどれほどの塩が含まれているかを実感として分からなかった生徒が多かったようで、ビーカーに死海の水を再現したときに、驚きの声が上がった。これほど多くの塩が溶けているとびっくりしたようである。計画では、⑥として和歌山城の石垣を友ヶ島から運んできた時の工夫について実験で実証させようとしていたが、前述の通り、次回の授業で1時間かけてゆっくりと班で考察させた。

また、「100 gの紙と20 gの鉄のどちらが重い？」という問いかけに対して、おおよその予想に反して「鉄」と答えたのが22名、「紙」と答えたのがたった1名であった。質量を例示しているにもかかわらず、生徒には「鉄が重い」という固定化されたイメージがあり正しく答えることができなかった。密度の概念は単位は習っていないにしろ経験的につかんでいる事である。物質の性質をイメージだけで捉えるのではなくきちんと正確に理解させるためにも、普通授業だけでなく選択授業などで繰り返し学習させたい。その際、粒子の概念なども取り入れたりしながら、今後工夫して取り組んでいきたい。

<講座全般について>

この講座は選択教科であるため必修授業での発展的な内容だけでなく、教科書にある基礎的な内容を越えたことも自由に取り扱うことができる。そこで、生徒にどんなことに興味があるかを事前にアンケートを取り（参考資料2・3参照）、その結果をもとにして授業内容を検討した。生徒の興味に基づいて内容を決定したため参考資料4にもある通り、全員の生徒がこの講座を受講して「楽しかった・良かった」と答えている。また、毎回身のまわりにある自然現象を体感させて、その原理を説明するスタイルは非常に好評だったようである。内容は1時間の授業で完結できるものを選んで考えた。

生徒がどういうものに興味・関心が高いのかをアンケート結果（参考資料5）から考察した。興味・関心が非常に高かったのは、最後の講座で行った「なぜ、味が変わるの？」であった。生徒は自分の感覚を使って体験できて理由もわかる授業を好む傾向にある。また、第2位は「なぜ、ウミホタルは光るの？」であった。真っ暗にした教室で青く光るウミホタルは幻想的で、その時のレポートの感想にも皆が「感動した」「現地で実際に見てみたい」などいろいろな意見があった。見た目きれいで酵素の働きがよく分かる実験で好評だった。



また、生徒に日常経験するようなことを授業中に体験させ、その原理を理解させるという探究活動を毎回行った。この講座のテーマである「なぜ？」を生徒一人一人の中にしっかり考えることを繰り返し行ってきた。生徒には、この授業をきっかけにして普段の生活の中にある自然科学にこれからも興味を持ち続けて欲しいと願っている。

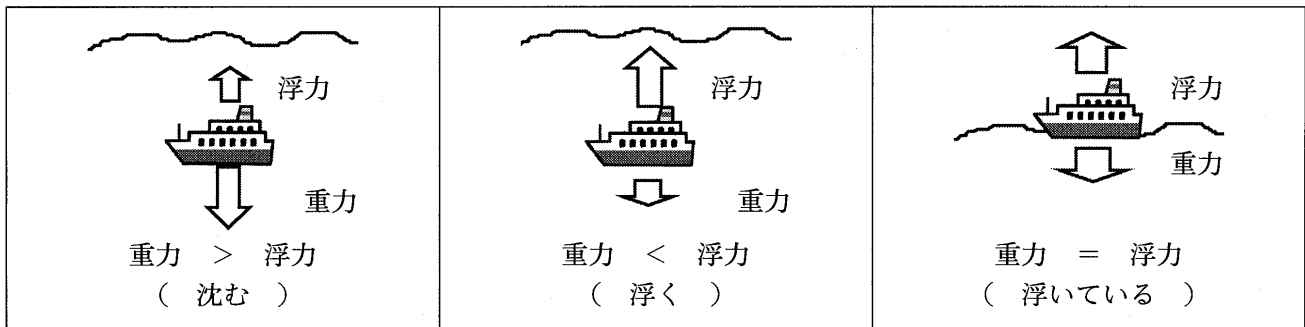
MSA「なぜから始める自然理解」 No.9 なぜ、船は水に浮くのか？

月 日 限 組 番 氏名

◎実験 その1『浮沈子をつくってみよう』 ～なぜ、沈んでいくのか？～

ストローの中をよく見てみよう どういう変化があるかな？
ペットボトルを押すと、空気が少なくなって沈んだ

●浮くってどういうこと？



◎ちょっと実験 ～どっちが上がる？～ 『大きさの違うペットボトルを水に浸ける』

<あなたの予想>

<結果>

大きいペットボトルの方が浮力が大きくなって、上に上がる。

●アルキメデスの原理 (液体を押しのかけた分だけ軽くなる)

押しのかけた水の重さ(g) = 浮力(g)

= 船の重さ(g) ← …… 浮いている場合



アルキメデス

紀元前287年 シチリアー紀元前212年

●密度

$$\text{式) 密度 (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{質量 (g)}}{\text{体積 (cm}^3\text{)}}$$

◎実験 その2『ボトルウェーブをつくろう』 ～液体の種類による浮力の大きさの違い

<灯油> まず計算！

質量 (9.1 g)

体積 (12.0 cm³)

密度 (0.76 g/cm³)

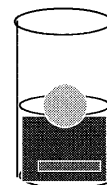
<参考>

水…1.00 g/cm³

鉄…7.86 g/cm³

プラスチック…0.95 g/cm³

<あなたの予想> 4つ入れると？



灯油
プラスチック
水
鉄

●まとめ ～なぜ、船が浮くの？～

①水に浸かっている体積が大きい

②まわりの液体の密度が高い

◎実験 3『和歌山城までどうやって大きな石を運んだか？』

<なぜ、そうやって運んだのかな？>

石を水に浸けると、その体積の分だけ浮力が得られて、軽くなるから。

<参考資料 2 アンケート結果 ※数字は選んだ人数

なぜ、虹は七色に見えるの？	17	なぜ、ピーナッツを食べると力が出るの？	9
なぜ、飛行機が飛ぶの？	17	なぜ、ろ過するときれいになるの？	8
なぜ、ロケットは飛ぶの？	16	なぜ、豆腐は固まるの？	6
なぜ、味を感じるの？	14	なぜ、赤ちゃんはかわいいの？	6
なぜ、雷が落ちるの？	14	なぜ、テレビの前で手を振ると残像が残るの？	6
なぜ、バナナは甘い？	14	なぜ、魚はあんなにたくさん卵を産むの？	4
なぜ、重い船が沈まないで浮いているの？	13	なぜ、木から紙が作れるの？	5
なぜ、空は青いの、夕日は赤いの？	12	なぜ、蛍光灯は光るの？	4
なぜ、ウミホタルは青く光るの？	12	なぜ、魚のタイは赤いの？	4
なぜ、ラジオから音が聞こえるの？	10	なぜ、ストローで吸うとジュースが飲めるの？	2
なぜ、結晶ができるの？	10	なぜ、いろんな海藻がたくさんあるの？	1
なぜ、笛は鳴るの？	10	なぜ、葉っぱは緑なの？	0
なぜ、台風が発生するの？	10	……その他	

<参考資料 3 その他・生徒の考える「なぜ？」> ※順不同

なぜ、リンゴは赤いの？	なぜ、ガソリンで車が動くの？	なぜ、鳥は飛べるの？
なぜ、血は赤いの？	なぜ、海は青いの？	なぜ、上へいくほど酸素が薄い？
なぜ、光は速いの？	なぜ、風は吹くの？	なぜ、人間にはえらがいないの？
なぜ、酸性雨で木が枯れるの？	なぜ、2つの性別があるの？	なぜ、目が悪くなるの？
なぜ、夏の太陽は暑い？	なぜ、富士山は高い？	なぜ、パソコンでいろんなことができるの？
なぜ、鉛筆で字が書けるの？	なぜ、携帯電話でメールが届くの？	なぜ、土は茶色なの？
なぜ、テレビが映るの？	なぜ、恐竜は絶滅したの？	なぜ、雨が降るの？
なぜ、宇宙は広がり続けるの？	なぜ、生物はいつか死ぬの？	なぜ、時計は右回りなの？
なぜ、イルカは哺乳類なの？	なぜ、毛を剃ると毛深くなるの？	なぜ、宇宙に行くとき浮くの？
なぜ、ニキビができるの？	なぜ、生き物は生きているの？	なぜ、虫がいるの？
なぜ、薬を使うと治るの？	なぜ、人によって目の色が違うの？	なぜ、宝石はきれいに光るの？
なぜ、星は光るの？	なぜ、花は良いにおいがするの？	なぜ、寒くなると、水が凍るの？
なぜ、はげる人とはげない人があるの？	なぜ、雲は浮いているの？	なぜ、海に波があるの？
	なぜ、ブラックホールがあるの？	

<参考資料 4 授業後のアンケート結果> ～どの授業が楽しかった・わかったか～ (有効回答数21名)

順位	タイトル	合計
1	なぜ、味が変わるの？	39
2	なぜ、ウミホタルは光るの？	72
3	なぜ、シャボン玉はあんな形なの？	80
4	なぜ、バナナは甘い？	82
5	なぜ、虹は七色に見えるの？	98
6	なぜ、氷は冷たいの？	102
7	なぜ、船は水に浮くの？	107
8	なぜ、花は良いにおいがするの？	114

※右の数字は生徒の付けた順位を合計したもの

「この講座が楽しかった」と答えた生徒

はい 21名 (100%) いいえ 0名 (0%)